１．４　ISFETpH 計のモジュール化設計コンセプトと開発

第一に解決しなければならないことは、ｐＨ計の構成部品間の相互作用である。比較電極とｐＨセンサの問題である。比較電極とｐＨセンサの「一体構成」の問題は、比較電極とｐＨセンサのどちらか一方に問題があっても、いっしょに処理しなければならない。ほとんど比較電極に問題があるにもかかわらずｐＨセンサも廃棄せざるを得なくなる。また参照電極とｐＨセンサのどちらが原因なのか迅速に判定できない。参照電極とｐＨセンサを分離することにより、それぞれ独立して、迅速に品質を追求できるようにすることが望ましい。

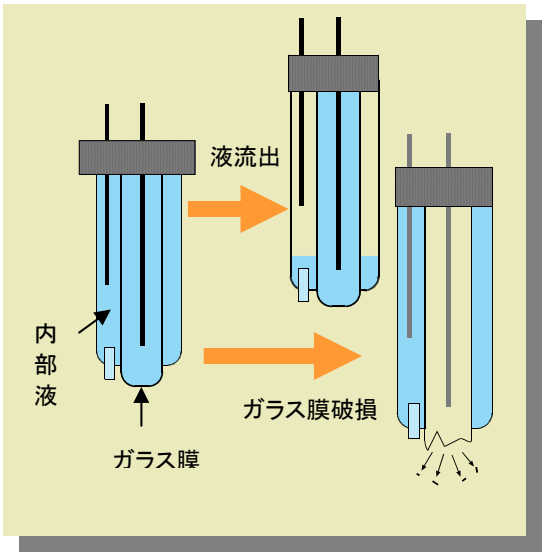

図１０．比較電極一体形ｐH計の環境問題

二つ目は図１０に示す比較電極の寿命問題。通常のガラス電極 pH 計はｐH 感応膜と比較電極が一体の構造をしている。その pH 感応膜は非常に薄いガラス膜で出来ているので、壊れ易く、取り扱いに注意が必要である。一方、比較電極は銀一塩化銀電極が KCl 溶液を満たした容器の中に配置され、その一部に液絡部が設けられた構造になっている。しかし、この比較電極は液絡部から内部液が流出するので約１年未満で寿命になるようで、pH センサ部が使用できても一緒に捨てられてしまうのが通例であった。これは資源の無駄使いの問題は長い間放置されたままであった。そこで、ISFET ｐH 計の設計コンセプトとして、図１１に示すように環境を考慮した設計と技術の確立とした。そのためにはリユースおよびリサイクル可能な構造設計とともに易分解設計を徹底した。

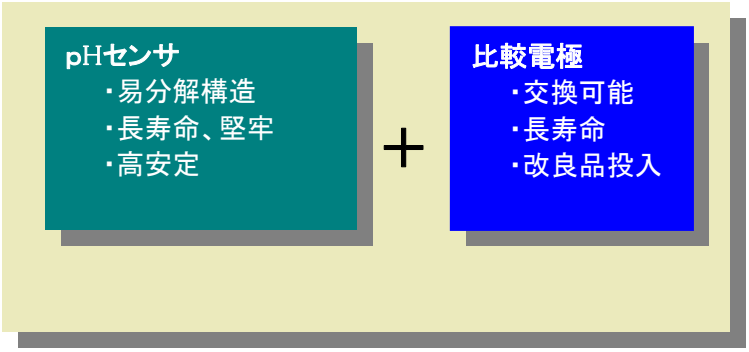

図11．ISFETpH計の設計コンセプト

三つ目はモジュール化することにより、アウトソーシングを前提に新たなビジネスモデルを構築することを目指した。当社にない新分野なので、ファブレスの立場から、設計、製造、営業などビジネス全体を分解し、オープンネットワーク形の開発形態をとることは重要である。この場合に、コア・コンピタンスに全力を注ぎ、他はアウトソーシングを検討して進める。比較電極問題を早期に解決するために、電極専業メーカの協力が得られる構造とする。また主要メーカー依存型営業の弱点を克服するのに、営業のアウトソーシングも考慮し、またクレーム解決に熟練を必要としない簡単な構成などである。製造プロセスでは、固定費削減と JIT 生産システムが可能になるようなモジュール化を行うなどを設計に盛り込んだ。

以下の写真6は、モジュール化の立場から開発したポケット形pH計の構成部品である。

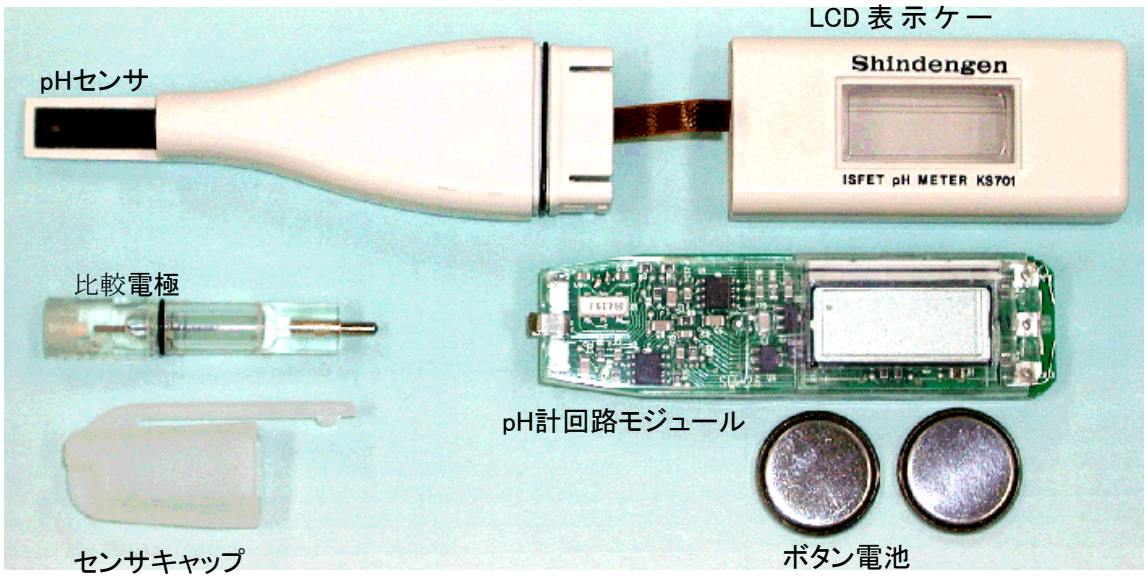

写真6. モジュール化設計のポケット形pH計の構成部品

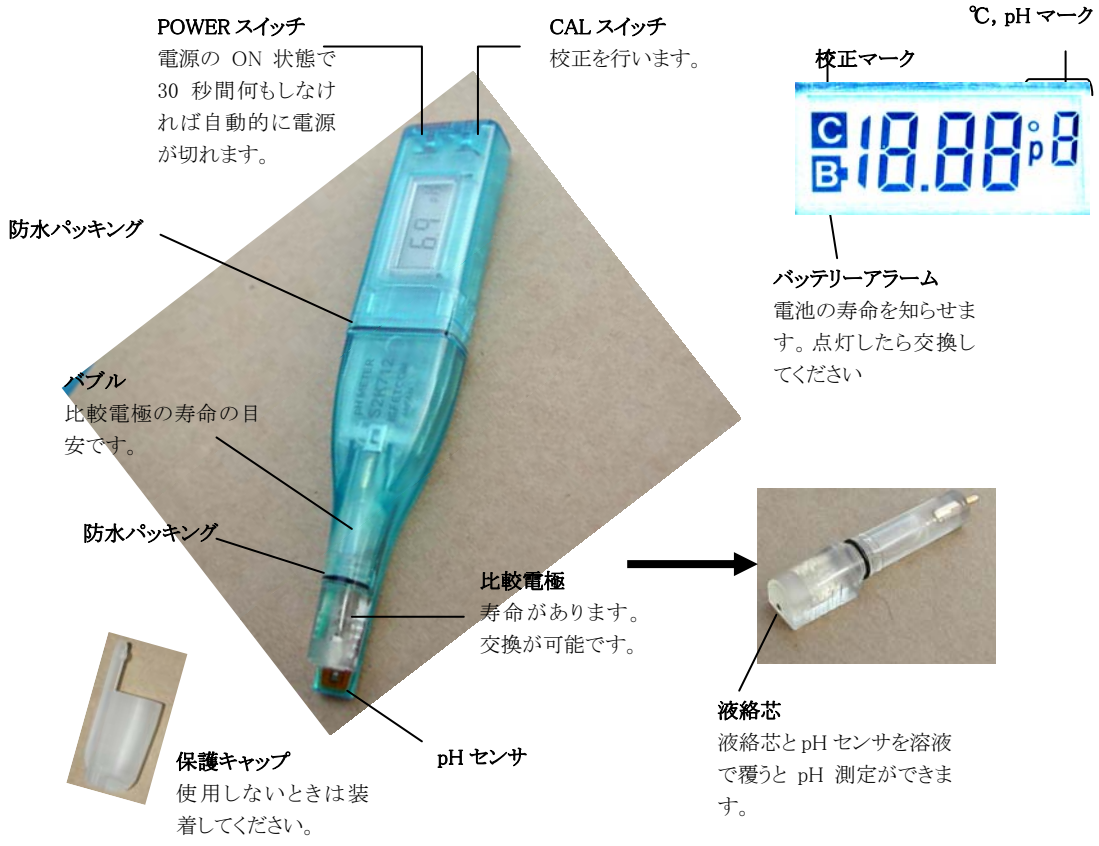

図12. ポケット形pH計S2k712

ISFETpH 計仕様

型式名称	Ｓ2K７１２
測定方式	シリコンマイクロｐＨセンサ，オンチップ温度センサ
測定範囲	ｐH２－ｐH12　　０℃－５０℃
表　　示	ｐＨ・温度を液晶デジタル表示
再現性	±０．１ｐＨ　　±１℃
使用温度	５℃－４０℃
機　　能	自動１点（２点）校正
	生活防水構造，オートパワーオフ機能，各種自己診断
電源電圧	３Ｖ（リチウム電池ＣＲ２０３２）×１個
電池寿命	連続使用にて 150 時間以上
寸　　法	１４２×２８×１５mm
重　　量	４２ｇ（電池含む）
材　　質	ＡＳＡ樹脂，ＰＡ樹脂
付属品	標準液ｐH6.9，キャリアケース，取扱説明書，保証書
消耗品	比較電極（型式Ｒ２Ｋ７１２）別売

ISFETｐＨ計は、いまだ、既存のガラス電極と置き換わっていない。ガラス電極市場を塗り替えるためには一層の性能と信頼性と生産能力の向上が求められる。一部の分野では、ｐＨセンサシステムでのゼロ点校正が一年に一回しか行なわず長期間安定な ISFET センサが要求されている。また組込み用ｐＨセンサでは、６０℃、３００時間の条件で出力変化±10ｍＶ以内の厳しい要求もある。生産実績はまだ端緒的なものであるが、ガラス電極の性能を凌駕するものとして、既に推進しているモジュール化戦略を柱に新らたなビジネスモデルの構築を目指しています。

参考文献

1) P. Bergveld, IEEE Trans, BME-17, P70(1970)

2) T. Matsuo, M. Esashi and K. Iinuma, Digest of Joint Meeting of Tohoku Sections of IEEEJ, October (1971)

3) T. Matsuo & K. D. Wise, IEEE Trans. Biomed. Eng.,Vol. BME-21, P485 (1974)

4) J. Janata , S. D. Moss and C. C. Johnson, Anal. Chem., 47 (1975) 2238

5) J. Janata , R. J. Huber, in H. Freiser (Editor), Ion-Selective Electrodes in Analitical Chemistry, Vol.2, Plenum Press, London, (1980) P107-174

6) 松尾 化学センサニュース Vol.3, No.4, P2(1987)

7) 伊藤、第 32 回応物予稿集 P776 (1985)

8) 伊藤 ほか,第 5 回化学センサ研究発表会予稿集 P3(1986)

9) Y. Itoh et al, Proc. Third Int. Meet. Chemical Sensors, Cleveland, OH, USA, 1990, pp. 62-65.